

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/386

In re patent application of

Chan-soo HWANG, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: APPARATUS AND METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING SIGNALS
USING MULTI-ANTENNAS

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

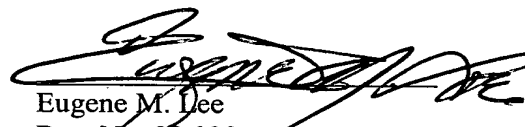
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-51881, filed August 30, 2002.

Respectfully submitted,

August 29, 2003
Date


Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978

대한민국특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0051881
Application Number

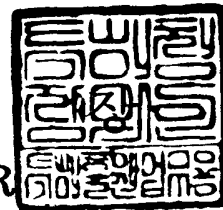
출원년월일 : 2002년 08월 30일
Date of Application AUG 30, 2002

출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 03 월 08 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2002.08.30
【국제특허분류】	H04B
【발명의 명칭】	다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송수신 장치
【발명의 영문명칭】	Transmitter and receiver using multiple antenna system for multiuser
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황찬수
【성명의 영문표기】	HWANG, Chan Soo
【주민등록번호】	750704-1162416
【우편번호】	449-900
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 서천리 394번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정재학
【성명의 영문표기】	CHUNG, Jae Hak
【주민등록번호】	640822-1047624

【우편번호】 137-771
【주소】 서울특별시 서초구 서초2동 무지개아파트 1동 403호
【국적】 KR
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 다
 리인 이영
 필 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 1 면 1,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 30,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 다중사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 송신장치는 소정의 신호를 제공받아 이를 수신장치로 전송하며, 수신장치로부터 전송되는 신호를 수신하는 복수개의 안테나를 구비한 다중 안테나부, 소정의 신호인 입력신호, 소정의 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 및 상기 행렬 V 와 상기 V 와 수신장치에서 구한 V 값간의 오차정보인 ESNR 값을 입력받고, 상기 V 및 상기 ESNR 값을 기초로 상기 입력신호를 워터필링하여 출력하는 워터필링부, 소정의 통신채널에 대한 빔 형성 행렬인 V 의 값을 설정하여 상기 워터필링부 및 V 연산부에 제공하는 V 생성부, 상기 워터필링부의 출력신호 및 상기 V 생성부에서 설정된 행렬 V 의 값을 제공받고, 상기 V 값을 상기 워터필링부의 출력신호에 반영시켜 상기 다중 안테나부에 제공하는 V 연산부 및 상기 다중 안테나부에서 수신한 신호로부터 상기 V 값과 수신장치에서 구한 V 값간의 오차정보인 ESNR 정보를 검출하여 상기 워터필링부에 제공하는 ESNR 검출부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 채널 정보가 없이도 채널 정보를 알고 있을 때와 같은 높은 채널 효율을 얻을 수 있는 효과가 있다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송수신 장치 {Transmitter and receiver using multiple antenna system for multiuser}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송수신 장치의 바람직한 실시예의 블록구성도이며,

도 2는 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신장치에서 전송하는 신호를 설명하기 위한 참고도이다.

도 3a는 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신방법을 나타내는 순서도이며,

도 3b는 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 수신방법을 나타내는 순서도이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <5> 본 발명은 다중사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다.
- <6> 다중 안테나를 이용한 방식은 기존의 단일 안테나를 사용하였을 때 보다 채널 사용의 효율을 높일 수가 있다. 이러한 방법들에는 송신단에 다중안테나를 사용하여 송신 다

이버서티(diversity)를 이용한 방법이나 수신측에 다중안테나를 사용하여 수신 다이버서티를 얻는 방법 등이 있다. 이 외에 송수신단에 모두 다중 안테나를 사용하여 송 수신 다이버서티를 얻거나 빔 형성(beamforming)을 통하여 송신단을 최적화한 뒤 병렬 채널을 만들어 송수신하는 방법 등이 있다.

<7> 이러한 방법 중에서 송수신단에 다중안테나를 모두 사용하고 이를 통하여 빔 형성을 하고 이를 워터필링(waterfiling)을 통하여 최적화하는 방법은 높은 전송 속도(또는 용량(capacity))를 얻을 수 있는 방법이다. 하지만 주파수 분할(FDD)을 사용하는 시스템에서는 송수신 채널의 정보가 다르기 때문에, 송신 채널 정보를 송신단에서 알수 있도록 수신단에서 채널 정보를 측정 한 뒤 이를 송신단에 보내 주어야 한다. 이러한 방식은 안테나의 수가 늘어날수록 보내 주어야 하는 채널의 정보가 송수신 안테나의 곱으로 증가하기 때문에 채널 환경이 연속적으로 변화하는 경우, 이를 송신단으로 전송하여야 하는 주기도 빨라져서 채널 이용의 효율을 저하시키는 요인이 된다. 이를 해결하기 위하여 통상의 셀룰라 통신 시스템에서는 한 셀(cell) 내에는 한 개의 베이스스테이션과 다수의 사용자가 있으므로, 이 베이스스테이션에서 송신 채널을 임의로 가정하고, 이를 이용하여 베이스스테이션을 최적화한 후 빔 형성을 하고, 사용자는 신호대잡음비를 측정하여 이를 베이스스테이션에 보내 준다. 그러면 베이스스테이션에서는 이를 다수의 사용자로부터 이 정보를 받아 이중 제일 좋은 상태의 사용자에게 계속 그 최적화한 값을 이용하여 일정 시간 동안 신호를 전송하고, 그 다음 일정 시간 동안 위에 다시 베이스스테이션이 최적의 사용자를 찾아 전송하는 방법이 있다. 이러한 방식을 다중 사용자를 이용한 전송 방식이라고 한다. 하지만 이 방법은 사용자 수신기가 다중 안테나를 사용하는 경우에 최적화하기 어려운 문제가 있다.

- <8> 또한 주파수 분할 방식(FDD)을 채용한 통신 시스템에 있어서는 채널의 정보를 수신단에서 송신단으로 전송하여 주어야하기 때문에 채널 사용이 비효율적으로 되는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <9> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 통신 채널에 관한 정보 없이 고 효율의 다중 안테나를 이용한 송수신 방법 및 그 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <10> 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신장치는 소정의 신호를 제공받아 이를 수신장치로 전송하며, 수신장치로부터 전송되는 신호를 수신하는 복수개의 안테나를 구비한 다중 안테나부, 소정의 신호인 입력신호, 소정의 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 및 상기 행렬 V 와 상기 V 와 수신장치에서 구한 V 값간의 오차정보인 ESNR 값을 입력받고, 상기 V 및 상기 ESNR 값을 기초로 상기 입력신호를 위터필링하여 출력하는 위터필링부, 소정의 통신채널에 대한 빔 형성 행렬인 V 의 값을 설정하여 상기 위터필링부 및 V 연산부에 제공하는 V 생성부, 상기 위터필링부의 출력신호 및 상기 V 생성부에서 설정된 행렬 V 의 값을 제공받고, 상기 V 값을 상기 위터필링부의 출력신호에 반영시켜 상기 다중 안테나부에 제공하는 V 연산부 및 상기 다중 안테나부에서 수신한 신호로부터 상기 V 값과 수신장치에서 구한 V 값간의 오차정보인 ESNR 정보를 검출하여 상기 위터필링부에 제공하는 ESNR 검출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

1020020051881

<11> 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 수신장치는 송신장치로부터 소정의 신호를 전송받고, 전송장치에서 사용하는 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 의 값과 수신받은 신호로부터 계산된 통신채널의 빔 형성 행렬의 값간의 오차정보인 ESNR 값을 제공받아 상기 송신장치로 전송하는 복수개의 안테나를 구비한 다중 안테나부, 상기 다중 안테나부에서 수신한 수신신호가 트레이닝 신호인 경우, 상기 트레이닝 신호를 이용하여 채널의 상태를 측정하고, 특이치 분해를 통해 측정된 채널의 고유 행렬인 U^H 를 발생시키는 채널 측정 및 U^H 생성부, 상기 채널 측정 및 U^H 생성부로부터 상기 U^H 값을 제공받고, 이를 상기 수신신호에 반영시켜 출력하는 U^H 연산부 및 상기 U^H 연산부의 출력신호로부터 상기 ESNR 값을 추출하여 상기 다중 안테나부에 제공하는 ESNR 검출부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<12> 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신방법은 (a) 소정의 기준신호인 입력신호를 입력받고, 소정의 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 를 단위행렬로 설정한 후에, 상기 행렬 V 를 이용하여 다중 안테나의 빔을 형성시켜 상기 입력신호를 전송하는 단계, (b) 상기 입력신호가 전송되는 통신채널을 임의로 가정하여 상기 행렬 V 를 다시 설정하여 입력받은 입력신호를 전송하는 단계, (c) 적어도 하나 이상의 수신장치들로부터 상기 V 의 값과 수신받은 신호로부터 계산된 통신채널의 빔 형성 행렬의 값간의 오차정보인 ESNR 값을 전송받아 상기 오차 값이 가장 작은 수신장치를 선정하고, 상기 선정된 수신장치로 전송하고자 하는 데이터를 상기 선정된 수신장치로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<13> 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 수신방법은 (a) 송신장치로부터 소정의 기준신호를 전송받고, 상기 전송받은 기

준신호와 미리 저장되어 있는 기준신호를 비교하여 통신채널의 상태정보인 채널정보를 생성시키는 단계, (b) 상기 채널정보를 기초로 상기 송신장치로부터 전송받은 신호를 디코딩하여 출력하는 단계, (c) 상기 디코딩된 신호를 기초로 상기 송신장치에서 사용하는 빔 형성 행렬의 값과 상기 송신장치로부터 수신된 신호로부터 계산되는 빔 형성 행렬의 값간의 오차정보인 ESNR 값을 구하여 상기 송신장치로 전송하는 단계, (d) 상기 송신장치가 자신을 선정하여 소정의 데이터를 전송하고 있는지 여부를 판단하여 상기 송신장치로부터 자신에게로 전송되는 데이터를 수신받는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<14> 이하에서는 본 발명의 동작을 설명한다.

<15> 본 발명에서는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 송신단에서 임의의 채널 정보를 가정하여 송신을 최적화시키고, 이를 통하여 고유 빔을 형성시켜 병렬로 신호를 전송하고, 수신단에서는 이를 자신이 알고 있는 채널의 정보로 다시 디코딩하여 여기에서 얻은 정보로서 신호대 잡음비를 계산한 다음, 이를 다시 송신단으로 전송하고 송신단에서는 이 값만을 비교하여 최적의 수신상태를 보인 수신측에 신호를 송신하게 한다.

<16> 즉, 본 발명은 한 개의 베이스스테이션과 다수의 사용자의 통신단말기가 있는 FDD를 이용한 통신 시스템에 적용된다. 상기 베이스스테이션은 다수의 송신 안테나를 가지고 있으며 임의로 선정된 채널을 최적화하는 방법으로 송신을 하고, 상기 사용자의 통신단말기 역시 다수의 수신안테나를 가지고 있으며 이로부터 수신된 신호를 받아 자신과 베이스스테이션 간의 채널 정보를 사용한 디코딩을 하고 이로부터 채널 합치 오차(ESNR)를 검출하여 이를 다시 베이스스테이션으로 전송한다. 그리고 베이스스테이션은 위 수신

받은 채널 합치 오차를 이용하여 어느 사용자가 좋은 상태를 가졌는지를 판단하고 위 판단결과 가장 좋은 상태에 있는 사용자에게 신호를 전송한다.

- <17> 여기서 채널정보란 아래에 나오는 H 매트릭스(matrix)를 말하며, 이를 구하는 방법의 예로는 Barroso. V.; Xavier. J.가 쓴 "Blind indentification of MIMO channels: a closed form solution based on second order statistics" Signals. System. and Computers. 1999. Conference Record of the Thirty-Third Asilomar Conference on. Volume: 1. 1999. Page9s) 70- 74 vol. 1를 들 수 있다.
- <18> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를(들을) 상세히 설명한다.
- <19> 도 1은 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송수신 장치의 바람직한 실시예의 블록구성도이다. 또한 도 1은 다중사용자를 이용한 다중안테나 시스템에서 하나의 베이스스테이션(본 발명에 따른 송신장치)과 하나의 사용자의 단말기간(본 발명에 따른 수신장치)의 신호 흐름을 보이고 있다.
- <20> 본 발명에 따른 송신장치(110)(이동통신망에서 베이스스테이션이 될 수 있다)는 위터필링부(111), V연산부(112), V생성부(113), 송신측 다중 안테나부(114), ESNR 검출부(115)를 포함한다. 그리고 본 발명에 따른 수신장치(120)(이동통신시스템에서 사용자의 통신단말기가 될 수 있다)는 수신측 다중안테나부(121), U^H 연산부(122), 채널측정 및 U^H 생성부(123), ESNR 검출부(124)를 포함한다.
- <21> 위터필링부(111)는 V생성부(113)로부터 임의의 채널에 대한 빔 형성 행렬 V 및 ESNR 검출부(115)로부터 수신장치(120)에서 검출한 ESNR 값을 제공받고, 이를 기초로 송신단을 최적화하기 위해 입력받은 신호에 위터필링을 하는 역할을 한다.

- <22> V생성부(113)는 V연산부(112)에서 사용될 임의의 채널에 대한 빔 형성 행렬 V 를 만드는 기능을 수행한다.
- <23> V연산부(112)는 위 워터필링부(111)로부터 워터필링된 입력신호를 제공받고, 위 제공받은 입력신호에 행렬 V 를 곱하여 주어 송신측 다중 안테나(114)에서 고유 빔이 형성되도록 하는 역할을 수행한다. 이 빔 형성 방법은 송신단과 수신단에 병렬 채널을 구성하여 준다.
- <24> 송신측 다중 안테나부(114)는 위 V연산부(112)로부터 전송할 신호를 제공받아 수신장치(120)로 전송하는 기능을 수행하며, 수신장치(120)으로부터 전송되는 신호를 수신받아 ESNR 검출부(15)에 제공하는 기능을 수행한다.
- <25> ESNR 검출부(115)는 위 송신측 다중 안테나부(114)가 수신한 위 수신장치(120)로부터 전송된 신호를 제공받고, 이로부터 ESNR 값을 검출하여 위 워터필링부(111)에 제공하는 기능을 수행한다.
- <26> 수신측 다중 안테나부(121)는 채널 H 를 통하여 송신장치(110)으로 전송된 신호를 수신받은 수신신호를 U^H 연산부(122)에 제공하는 기능을 수행하며, ESNR 검출부(124)로부터 ESNR 신호를 제공받아 위 송신장치(110)로 전송하는 기능을 수행한다.
- <27> 채널측정 및 U^H 생성부(123)는 수신측 다중 안테나부(121)에서 수신한 수신신호에서 트레이닝 신호를 검출하고, 위 트레이닝신호를 이용하여 채널을 측정하고 특이치 분해 (特異値 分解, singular value decomposition, SVD)를 통하여 측정된 채널의 고유 행렬인 U^H 을 생성시키며, 채널 정보를 측정하는 기능을 수행한다.

- <28> U^H 연산부(122)는 위 측정된 채널 정보를 가지고 U^H 를 위 수신신호에 곱하여 송신장치(110)에서 빔 형성이된 신호와 같이 수신장치(120)에도 병렬 채널을 만들어 주는 역할을 한다.
- <29> ESNR 검출부(124)는 송신장치에서 임의로 빔이 형성되어온 신호를 수신장치(120)에서 U^H 를 곱하여 나온 디코딩된 결과로부터 송신장치(110)에서 임의로 보낸 신호와 자신의 신호가 잘 맞는지 검사하여 이것을 ESNR이라는 수치로 변환하여 위 수신측 다중 안테나부(121)를 통하여 위 송신장치(110)로 전송하여 주는 역할을 한다.
- <30> 도 1은 하나의 베이스스테이션(송신장치(110))과 하나의 사용자의 단말장치(수신장치(120))를 표시한 그림이고 이는 여러 사용자의 단말장치로 확장할 수 있다.
- <31> 도 2는 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신장치에서 전송하는 신호를 설명하기 위한 참고도이다. 즉, 본 발명에 따른 송신장치(110)는 처음(시간 $T = 0$)에는 트레이닝(Training) 신호(201)를 일정시간 $T1$ 시간 까지 전송하고, 그 후에는 최적의 사용자 단말기를 검출하는 신호(최적 사용자 검출신호)(202)를 $T2$ 시간까지 전송하고, 위 최적의 사용자 단말기로 전송하고자 하는 신호(203)는 $T3$ 시간 까지 전송하게 된다.
- <32> 여기서 최적 사용자 검출신호란 트레이닝 신호가 송신측에서 수신측으로 보내지면, 수신측에서는 이 트레이닝 신호를 이용하여 자신의 effective SNR(ESNR)을 구하여 송신단에 feedback하는 이 때 feedback되는 신호가 최적 사용자 검출신호이다.
- <33> 이하에서는 위 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명이 동작하는 세가지 과정을 설명한다.

1020020051881

<34> 첫 번째 과정은 송신장치(110)의 워터필링부(111)에서 입력받은 신호에 아무런 처리 또는 변환을 가하지 않고 그냥 통과시켜 V연산부(112)에 제공하고, 위 워터필링부(111)의 행렬 V 는 대각선의 값이 1인 정방 행렬(즉 단위행렬)로 설정된다. 이 때 송신장치(110)는 0 - T1시간 동안 송신장치(110)와 수신장치(120)에서 서로 알고 있는 트레이닝 신호(도 2의 참조번호 201)를 전송하게 되며, 수신장치(120)에서는 채널을 측정한다.

<35> 그리고 송신장치(110)의 워터필링부(111)는 T1 - T2시간 동안에도 계속 워터필링을 하지 않고 있으면서 V생성부(113)에서 생성한 임의의 채널을 가정한 V 행렬을 V연산부(112)에서 곱하여서 고유 빔을 형성시켜 준다. 이때 V 의 조건은 유니터리(Unitary) 행렬($VV^H = 1$)로서 다음 수학식 1을 만족하여야 한다.

<36> **【수학식 1】**
$$H = U A V^H,$$

<37> 여기서 H 는 SVD한 결과로 채널의 특성을 나타내는 행렬 즉 H 는 채널 매트릭스(matrix)이며, U 는 특이치 분석을 통해서 얻는 채널의 고유 행렬로 unitary matrix이며, A 는 SVD결과로 얻는 singular value 들로 이루어진 diagonal matrix로 독립적으로 생기는 여러 채널의 gain을 나타내며, V^H 는 특이치 분석을 통해서 얻는 채널의 고유행렬의 hermitian transpose로 unitary matrix이다.

<38> 위 행렬 H 의 모든 구성 요소는 가우시안 분포를 갖는다. 이로서 송신장치(110)의 다중 송신 안테나에서는 고유 행렬에 해당하는 빔이 형성되어 신호가 전송되게 된다. 이 때에 송신장치(110)와 수신장치(120)의 안테나(114, 121) 중 작은 수에 해당하는 병렬 채널들이 형성된다.

1020020051881

<39> 두번째 과정은 수신장치(120)의 채널측정 및 U^H 생성부(123)에서 T1 - T2시간 동안 0 - T1시간 동안에 측정한 채널 정보(H_1)은 SVD를 이용하여 다음 수학식 2와 같이 표현된다.

<40>
$$H_1 = U_1 A_1 V_1^H$$

 【수학식 2】

<41> 그리고 여기에서 얻은 U_1^H 를 U^H 연산부(122)에서 수신된 수신신호에 곱하여 U_1^H 로 디코딩된 신호를 구한다. 그런데, 이 U_1^H 로 디코딩된 신호는 수학식 3과 같은 꼴로 표시된다.

<42>
$$\text{【수학식 3】 수신 신호가 } U_1^H \text{로 디코딩된 신호} = A_1 V_1 V_1^H X + N,$$

<43> 여기서 N은 가우시안 노이즈이고 X는 송신장치(110)에서 송신하려는 신호이고, A_1 은 수신장치에서 얻은 채널(H_1)의 singlar 밸류 디컴포지션에서 얻은 singlar 값이다.

<44> 그러므로 $V_1 V_1^H$ 이 대각선에 1을 갖는 행렬이 되면 수신장치(120)에서는 송신장치(110)에서 송신한 신호를 다중안테나 각각에 대응하여 병렬로 검출할 수 있는데, 송신장치(110)에서는 임의의 채널 정보(H)를 보냈기 때문에 $V_1 V_1^H$ 는 대각선에 1을 갖는 행렬이 아닌 오차를 가지게 된다. 이것을 다음의 수학식 4를 이용하여 위 오차 값을 측정할 수 있다.

<45>
$$ESNR = \frac{A_1 V_{ii}}{A_1 \sum (V_{ij})(i \neq j) + N^2},$$

 【수학식 4】

- <46> 여기서 ESNR은 독립적으로 형성된 채널의 effective SNR을 의미하고, V_{ij} 는 V matrix의 i 번째 row, j 번째 column의 값을 의미하며, V_{ii} 는 V matrix의 i 번째 row, i 번째 column의 값을 의미한다.
- <47> 이러한 ESNR 계산을 송신장치(110)(베이스스테이션)가 포함되어 있는 셀(cell) 내에 있는 모든 수신장치(120)(사용자 단말기)가 계산한 뒤에 송신장치(110)에 전송을 하여 준다.
- <48> 세번째 과정은 송신장치(110)(베이스스테이션)는 수신장치(120)(사용자 단말기)에서 보내 온 이 값들을 모아서 그 중에서 값이 제일 큰(오차가 제일 적은) 수신장치(120)(사용자 단말기)를 선택하여 T2 - T3동안 참조번호 203 신호를 보내 준다.
- <49> 도 3a는 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신방법을 나타내는 순서도이며, 도 3b는 본 발명에 따른 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 수신방법을 나타내는 순서도이다. 도 3a 및 도 3b를 참조하여 본 발명에 따른 송수신방법을 시간진행에 따라서 설명하면 다음과 같다. .
- <50> ① 최초 시간인 시간 0부터 소정의 시간인 T_1 까지 동안에 송신장치(110)는 소정의 기준신호를 입력받고, 위 신호에 대하여 위터필링을 하지 않은채 V 를 단위 행렬로 놓고 다중 안테나의 빔을 형성시켜 위 입력신호를 다수의 수신장치(120)들에게 전송한다 (311). 그리고 이 시간동안 수신장치(120)들은 전송받은 신호를 기초로 채널을 측정 (321)한다.
- <51> ② 위 T_1 부터 소정의 시간인 T_2 까지 동안에 송신장치(110)는 임의의 채널을 가정한 V 행렬을 설정(유니터리 행렬)하고, 위 입력신호에 대하여 위터필링을 하지 않고 위

1020020051881

V 행렬을 이용하여 빔을 형성시켜 위 입력신호를 위 수신장치들에게 전송(312)한다. 그리고 수신장치(120)들은 위 $0 - T_1$ 시간 동안에 측정한 채널 정보(H_1)에 기초하여 U_1^H 를 얻고, 송신장치(110)으로부터 수신된 수신신호를 U_1^H 로 디코딩하여 출력한다(322). 그리고 U_1^H 로 디코딩된 신호로부터 ESNR을 검출하여 송신장치(110)로 위 ESNR을 전송한다(323).

<52> ③ 위 T_2 부터 임의의 시간 T_3 까지 동안에 송신장치(110)는 수신장치들로부터 전송 받은 ESNR들 중 가장 큰 ESNR(즉, 오차가 가장 작은)에 대응되는 수신장치를 선정하여, 선정된 수신장치로 전송할 데이터를 선정된 수신장치(120)로 전송한다. 그리고 선정된 수신장치(120)는 위 송신장치로부터 위 데이터를 전송받고, 그 외 다른 수신장치들은 위 데이터를 전송받지 않는다.

<53> 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

<54> 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 씨디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장매체를 포함한다.

<55> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며,

그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

【발명의 효과】

<56> 본 발명에 따르면 송신장치(베이스스테이션)에서 수신장치(사용자 단말기의 송신단)에서 온 ESNR 만의 정보를 가지고 고유 빔 형성을 수행할 수 있다. 이로서 채널 정보가 없이도 채널 정보를 알고 있을 때와 같은 높은 채널 효율을 얻을 수 있다. 그리고 고유 빔 형성기를 사용하기 ??문에, 송신장치(베이스스테이션)과 수신장치(사용자 단말기의 수신단) 간에 병렬 채널을 얻을 수가 있다. 이로서 사용자 단말기에도 다중 안테나를 사용하여 고 능률 송신이 가능한 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

소정의 신호를 제공받아 이를 수신장치로 전송하며, 수신장치로부터 전송되는 신호를 수신하는 복수개의 안테나를 구비한 다중 안테나부;

소정의 신호인 입력신호, 소정의 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 및 상기 행렬 V 와 상기 V 와 수신장치에서 구한 V 값간의 오차정보인 ESNR 값을 입력받고, 상기 V 및 상기 ESNR 값을 기초로 상기 입력신호를 워터필링하여 출력하는 워터필링부;

소정의 통신채널에 대한 빔 형성 행렬인 V 의 값을 설정하여 상기 워터필링부 및 V 연산부에 제공하는 V 생성부;

상기 워터필링부의 출력신호 및 상기 V 생성부에서 설정된 행렬 V 의 값을 제공받고, 상기 V 값을 상기 워터필링부의 출력신호에 반영시켜 상기 다중 안테나부에 제공하는 V 연산부; 및

상기 다중 안테나부에서 수신한 신호로부터 상기 V 값과 수신장치에서 구한 V 값간의 오차정보인 ESNR 정보를 검출하여 상기 워터필링부에 제공하는 ESNR 검출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신장치.

【청구항 2】

송신장치로부터 소정의 신호를 전송받고, 전송장치에서 사용하는 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 의 값과 수신받은 신호로부터 계산된 통신채널의 빔 형성 행렬의 값간의 오차정보인 ESNR 값을 제공받아 상기 송신장치로 전송하는 복수개의 안테나를 구비한 다중 안테나부;

상기 다중 안테나부에서 수신한 수신신호가 트레이닝 신호인 경우, 상기 트레이닝 신호를 이용하여 채널의 상태를 측정하고, 특이치 분해를 통해 측정된 채널의 고유 행렬인 U^H 를 발생시키는 채널 측정 및 U^H 생성부;

상기 채널 측정 및 U^H 생성부로부터 상기 U^H 값을 제공받고, 이를 상기 수신신호에 반영시켜 출력하는 U^H 연산부; 및

상기 U^H 연산부의 출력신호로부터 상기 ESNR 값을 추출하여 상기 다중 안테나부에 제공하는 ESNR 검출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 다중사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 수신장치.

【청구항 3】

(a) 소정의 기준신호인 입력신호를 입력받고, 소정의 통신채널의 빔 형성 행렬인 V 를 단위행렬로 설정한 후에, 상기 행렬 V 를 이용하여 다중 안테나의 빔을 형성시켜 상기 입력신호를 전송하는 단계;

(b) 상기 입력신호가 전송되는 통신채널을 임의로 가정하여 상기 행렬 V 를 다시 설정하여 입력받은 입력신호를 전송하는 단계;

(c) 적어도 하나 이상의 수신장치들로부터 상기 V 의 값과 수신받은 신호로부터 계산된 통신채널의 빔 형성 행렬의 값간의 오차정보인 ESNR 값을 전송받아 상기 오차 값이 가장 작은 수신장치를 선정하고, 상기 선정된 수신장치로 전송하고자 하는 데이터를 상기 선정된 수신장치로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 송신방법.

【청구항 4】

(a) 송신장치로부터 소정의 기준신호를 전송받고, 상기 전송받은 기준신호와 미리 저장되어 있는 기준신호를 비교하여 통신채널의 상태정보인 채널정보를 생성시키는 단계 ;

(b) 상기 채널정보를 기초로 상기 송신장치로부터 전송받은 신호를 디코딩하여 출력하는 단계 ;

(c) 상기 디코딩된 신호를 기초로 상기 송신장치에서 사용하는 빔 형성 행렬의 값과 상기 송신장치로부터 수신된 신호로부터 계산되는 빔 형성 행렬의 값간의 오차정보인 ESNR 값을 구하여 상기 송신장치로 전송하는 단계 ;

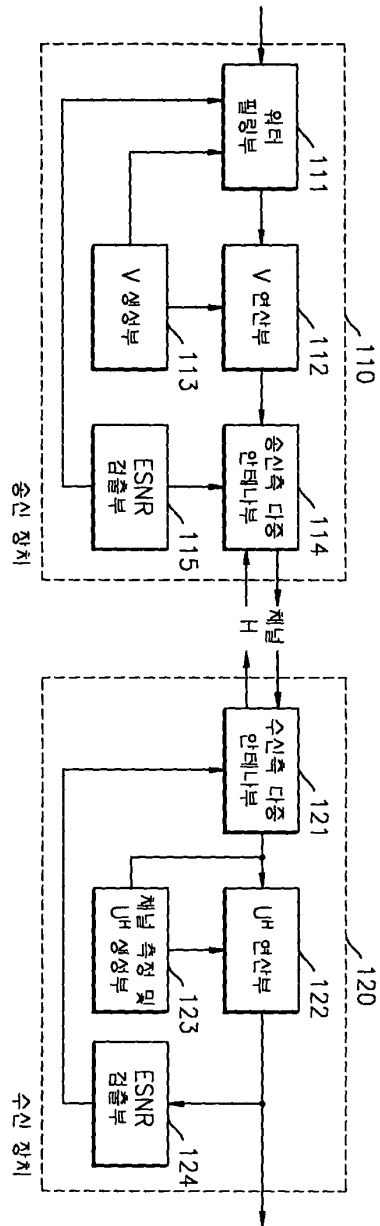
(d) 상기 송신장치가 자신을 선정하여 소정의 데이터를 전송하고 있는지 여부를 판단하여 상기 송신장치로부터 자신에게로 전송되는 데이터를 수신받는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 사용자를 위한 다중 안테나를 이용한 수신방법.

【청구항 5】

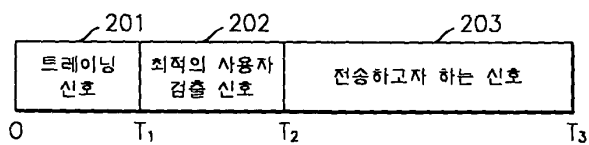
제3항 내지 제4항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

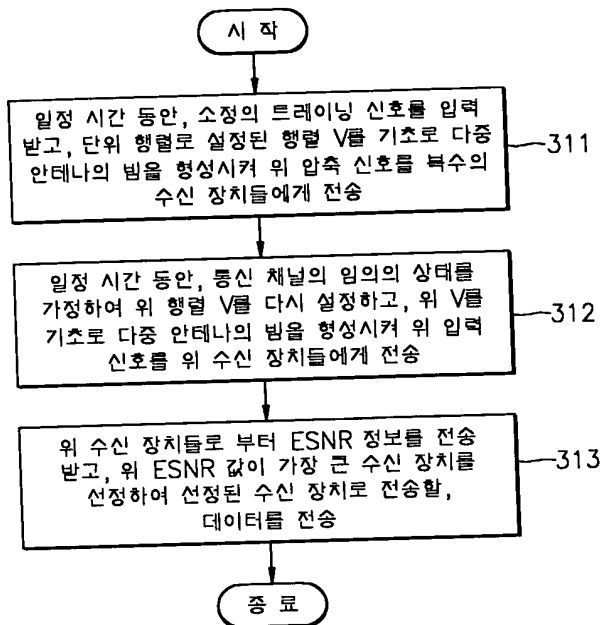
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

